

## Multilayer material for plain bearing and method of making same

Patent Number:  US6528143  
Publication date: 2003-03-04  
Inventor(s): ADAM ACHIM (DE); GRUENTHALER KARL-HEINZ (DE)  
Applicant(s): FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH & (US)  
Requested Patent:  DE19603353  
Application Number: US19980101980 19980730  
Priority Number (s): DE19961003353 19960131; WO1997DE00169 19970123  
IPC Classification: B32B15/04; B32B15/08; B32B27/18; B32B27/20; B32B27/28  
EC Classification: B32B15/08, C08L27/16, F16C33/20B  
Equivalents:  AT410471B, AT901097, BR9707324,  EP0877867 (WO9728380), A3, B1, B2, ES2142151T, JP2000505527T,  WO9728380

### Abstract

A multilayer material for sliding elements with a metallic backing layer and a plastics overlay applied thereto achieves good adhesion to the substrate without the disadvantages of known PVDF-based bearing materials. The plastics overlay comprises a PVDF content of 60-95 vol. %, the remainder consisting of PTFE or PTFF and at least one further component with a density of <7 g/cm<sup>3</sup>. The content of this further component may amount to a maximum of 5 vol. %. The other components comprise fully or partially aromatic polymers such as PI, PAE, polyamides, PPS, PES, PEEK, PSU or polyester, carbon variants such as graphite, carbon black, C fibers or coke, as well as MoS<sub>2</sub>, BN or CaF<sub>2</sub> or CaCo<sub>3</sub>. The production method consists in scattering a powder mixture of these components onto the metallic backing material and then heating it to above the softening point of the PVDF component to form the plastics overlay, the plastics overlay thereafter being rolled smooth

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑩ DE 196 03 353 A 1

⑮ Int. Cl. 6:

**B 32 B 15/08**

B 32 B 27/28

B 32 B 15/18

B 32 B 15/20

C 08 L 27/18

C 08 L 27/16

C 08 J 5/16

F 16 C 33/20

// C08L 79/00,77/00,

81/00,67/00,71/00,

C08K 3/04,3/10,3/26,

3/28,3/38

DE 196 03 353 A 1

⑯ Aktenzeichen: 196 03 353.5

⑯ Anmeldetag: 31. 1. 96

⑯ Offenlegungstag: 7. 8. 97

⑰ Anmelder:

Glyco-Metall-Werke Glyco B.V. & Co KG, 65201  
Wiesbaden, DE

⑰ Vertreter:

Fuchs, Mehler, Weiß, 65189 Wiesbaden

⑰ Erfinder:

Adam, Achim, Dr., 64569 Nauheim, DE; Grünthaler,  
Karl-Heinz, Dr., 61250 Usingen, DE

⑰ Entgegenhaltungen:

DE 44 30 474 C1

DE 33 01 167 A1

EP 3 40 839 A2

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Schichtwerkstoff für Gleitelemente, Verwendung und Verfahren zu seiner Herstellung

⑯ Es wird ein Schichtwerkstoff für Gleitelemente mit einer metallischen Trägerschicht und einer darauf aufgebrachten Kunststoffgleitschicht beschrieben, der sich durch eine gute Haftung auf dem Substrat auszeichnet, ohne die Nachteile bekannter Lagerwerkstoffe auf PVDF-Basis aufzuweisen. Die Kunststoffgleitschicht weist einen PVDF-Anteil von 60-95 Vol.-% auf, und der Rest besteht aus PTFE oder PTFE und mindestens einer weiteren Komponente mit einer Dichte < 7 g/cm<sup>3</sup>. Der Anteil dieser weiteren Komponente kann bis zu maximal 5 Vol.-% betragen. Als weitere Komponenten sind voll- oder teilaromatische Polymere wie PI, PAE, Polyamide, PPS, PES, PEEK, PSU oder Polyester, Kohlenstoffvarianten wie Graphit, Ruß, C-Fasern oder Koks sowie MoS<sub>2</sub>, BN oder CaF<sub>2</sub> oder CaCO<sub>3</sub> vorgesehen. Das Herstellungsverfahren sieht vor, daß eine Pulvermischung dieser Komponenten auf das metallische Trägermaterial aufgestreut und anschließend bis über den Erweichungspunkt des PVDF-Anteils zur Ausbildung der Kunststoffgleitschicht erwärmt wird und daß danach die Kunststoffgleitschicht glattgewalzt wird.

DE 196 03 353 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 97 702 032/73

8/29

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schichtwerkstoff für Gleitelemente gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung bezieht sich auch auf die Verwendung und die Herstellung eines solchen Schichtwerkstoffes.

5 Lagermaterialien mit Gleitschichten auf Kunststoffbasis sind als 1-, 2- oder 3-schichtige Verbundwerkstoffe bekannt: Vollkunststofflager, Lager mit äußerem metallischem Stützkörper und direkt aufgebrachtem oder aufgeklebtem Kunststoff, solche mit internen Metallgeweben, sowie Dreischichtlager aus Stützmetall, gesinterter poröser Metallschicht und einer auf und in den Poren ausgebildeten Deckschicht. Die mehrschichtigen Werkstoffe unterscheiden sich von den Vollkunststoffmaterialien z. B. durch eine vernachlässigbare Neigung zu kaltem Fluß unter Belastung, eine wesentlich bessere Wärmeleitfähigkeit und damit verbunden durch deutlich höhere mögliche  $pV$ -Werte.

10 Innerhalb der Dreischichtwerkstoffe kann man nun wieder solche mit Gleitschichten auf der Basis von Fluorthermoplasten wie PTFE, PFA, FEP etc. oder von anderen Kunststoffen, wie z. B. PEEK unterscheiden. Die beiden letztgenannten Gruppen müssen in ihrer Funktionsweise unterschieden werden: Während die Bronzezwischenschicht bei PTFE-Basiswerkstoffen lasttragender Bestandteil der Gleitschicht ist und ähnlich wie ein Füllstoff wirkt, nützen die anderen Kunststoffmaterialien diese nur als Verankerung. Auf der Gleitfläche selbst übernimmt hier der Duro- oder Thermoplast die tragende Rolle der Bronze. Bei genügend hoher Affinität zum Metallrücken wird auch die mechanische Verankerung im Bronzegerüst überflüssig und die Herstellung echter Zweischichtmaterialien ist möglich.

15 20 Die Herstellung von solchen Zweischichtmaterialien kann vorteilhaft sein aufgrund einer damit verbundenen Kostenreduktion, eröffnet aber auch die Möglichkeit, andere Trägermaterialien als üblich einzusetzen, da deren Verwendbarkeit hier nicht von der Haftung der üblicherweise aufzusinternden porösen Bronzeschicht abhängig ist.

Aus der DE-OS 19 25 000 ist ein Material auf PVDF/PTFE-Basis bekannt, das nur als Vollkunststoffmaterial beschrieben ist und als weiteren Zusatz 5–35% niedermolekulare Fluorpolymere enthält. Diese werden als unverzichtbar für die Erzielung ausreichender Stabilität der Formkörper beschrieben. Ferner können auch 25 10–25 Teile nichtmetallischer Füllstoffe enthalten sein, um die Abnutzungseigenschaften zu verbessern.

In der DE-OS 18 06 551 wird ein Verfahren zum Beschichten von Metallblechen vorgeschlagen, die im Bauwesen eingesetzt werden sollen und daher einen geeigneten Korrosionsschutz aufweisen müssen. Zwischen dem Metallblech und einer PVF-Beschichtung ist für die Bindung eine haftvermittelnde Grundschicht aus Metalloxiden und PVF notwendig.

30 35 Die DE-OS 24 36 424 beschreibt ein Verfahren, bei dem die Haftung zwischen Fluorkunststoffen, die ohne Zusatz verwendet werden, und einem metallischen Substrat durch den Abbau inneren Spannungen verbessert wird. Dies wird in der Art beschrieben, daß die Fluorkunststoffe auf dem Substrat zunächst einige Minuten oberhalb der Schmelztemperatur, dann einige Minuten knapp unterhalb der Schmelztemperatur gehalten werden. Diese Materialien werden nicht für Gleitelemente eingesetzt.

Diese Vorveröffentlichungen beinhalten alle die Verwendung zusätzlicher Haftvermittler oder umständlicher thermischer Behandlung. Auch ist zu bemerken, daß eine Schicht, deren Haftung allein durch innere Spannung wesentlich beeinträchtigt wird, für den üblichen Prozeß der Herstellung von mit Kunststoff beschichteten Gleitlagern ohnehin ungeeignet ist, da hier nach der Beschichtung u. U. starke Verformungen vorgenommen 40 45 werden müssen, ohne daß dies zum Verlust der Haftung führt.

In der EP 0 340 839 B1 wird eine aus PVDF, PTFE und Blei oder einem anderen Metall mit hoher Affinität zum Fluor bestehende Pulvermischung auf ein Metallband aufgebracht und anschließend 5–50 min einer Temperatur oberhalb der Zersetzungstemperatur des PVDF ausgesetzt, wodurch besonders gute tribologische Eigenschaften erreicht werden sollen.

50 55 Die DE-OS 29 28 081 befaßt sich mit der Herstellung von Zweischichtmaterialien auf Stahl, wobei eine Kunststoffgleitschicht auf PVDF-Basis aufgebracht wird. Als Additive sind PTFE, MoS<sub>2</sub> oder Graphit verwendet. In diesem Lagermaterial sind außerdem zwingend Zusatzwerkstoffe mit einer Dichte  $\geq 8 \text{ g/cm}^3$  in einer Menge von 5–35% vorgesehen. Damit sind im wesentlichen Metallkomponenten wie Blei, Bleioxid und dergleichen gemeint, die die Flächenbindung zum Substrat erhöhen sollen. Es wird ferner vorgeschlagen, mit Hilfe des Lösungsmittels DMF aus den Gleitschicht-Komponenten ein dispersionsartiges Gemisch herzustellen und dieses auf den Metallträger aufzubringen.

Alle diese Werkstoffe haben den Nachteil, daß giftige Metalle oder Metallverbindungen vorgesehen sind und ihre Herstellung mit Hilfe von Lösungsmitteln oder gar unter Freisetzung giftiger Zersetzungprodukte erfolgt.

Ein der DE-OS 29 28 081 ähnliches Lagermaterial ist in der EP 0 430 324 A1 beschrieben. Es besteht aus 5–30% PTFE, 5–60% Bronze und 1–20% Graphit in einer PVDF-Matrix. Der Nachteil dieses Lagermaterials besteht darin, daß von Beginn an ständig ein Bronzeanteil am Reibprozeß beteiligt ist. Dies beeinträchtigt im Falle von Matrixmaterialien wie PVDF die Trockenlauffähigkeit. Daher ist in der Beschreibung dieser Erfindung ausschließlich von geschmierten Anwendungen, speziell Stoßdämpfern, die Rede.

60 Aufgabe der Erfindung ist es, einen Schichtwerkstoff, der sich durch eine gute Haftung auf dem Substrat auszeichnet, ohne daß er die Nachteile der bekannten Lagerwerkstoffe auf PVDF-Basis aufweist, sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird mit einem Schichtwerkstoff gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Das Herstellungsverfahrens ist Gegenstand des Patentanspruchs 10. Die Verwendung des Schichtwerkstoffes ist Gegenstand des Patentanspruchs 15. Vorteilhafte Ausgestaltungen werden in den Unteransprüchen beansprucht.

Es hat sich überraschend gezeigt, daß eine sehr gute Haftung der Kunststoffgleitschicht auf dem metallischen Trägermaterial erzielt werden kann, wenn die Kunststoffgleitschicht einen hohen PVDF-Anteil von 60–95

Vol-% aufweist und der Volumenanteil der zweiten Komponente bzw. der übrigen Komponenten 40% nicht übersteigt. Die zweite Komponente kann ausschließlich aus PTFE bestehen oder aus PTFE und mindestens einer weiteren Komponente, deren Dichte < 7 g/cm<sup>3</sup> beträgt, wobei dieser Volumenanteil vorzugsweise auf maximal 5% begrenzt ist. Damit sollen insbesondere die Komponenten Blei, Zinn, Zink, Indium, Thallium, Cadmium, Wismut, Kupfer oder Silber oder deren Verbindungen oder Legierungen ausgeschlossen werden.

5

Es hat sich darüber hinaus überraschenderweise gezeigt, daß der erfundungsgemäße Schichtwerkstoff keinerlei Einbußen der tribologischen Eigenschaften gegenüber z. B. den bleimodifizierten Varianten aufweist, sondern daß im Gegenteil diese Eigenschaften sogar noch deutlich verbessert werden, was in einer besseren Verschleißfestigkeit zum Ausdruck kommt.

10

Besonders gute mechanische und tribologische Eigenschaften werden erreicht, wenn der PVDF-Gehalt zwischen 70 und 88 Vol-% und der PTFE-Gehalt zwischen 12 und 30 Vol-% liegt. Die weiteren Komponenten oder Füllstoffe sollten vorzugsweise einzeln oder kombiniert aus der Gruppe der voll- oder teilaromatischen Polymere wie PI, PAI, Polyamide, PPS, PES, PEEK, PSU oder Polyester, der Kohlenstoffvarianten wie Graphit, Ruß, C-Fasern oder Koks, sowie der Festschmierstoffe wie MoS<sub>2</sub>, BN oder CaF<sub>2</sub> oder CaCO<sub>3</sub> sein.

15

Eine besonders gute Haftung der Kunststoffgleitschicht auf dem Substrat ist dann festzustellen, wenn das Trägermaterial eine Oberflächenrauhigkeit R<sub>z</sub> von mehr als 10 µm, vorzugsweise von mehr als 30 µm aufweist. Die Kunststoffgleitschicht kann z. B. auf einem Stahlband aufgebracht werden, ohne daß es einer Zwischenschicht, wie z. B. einer porösen Bronze-Sinter-Schicht bedarf, die allerdings nicht ausgeschlossen ist.

20

Das metallische Trägermaterial kann außer Stahl auch rostfreier Stahl, eine Kupferlegierung, Aluminium oder eine Aluminiumlegierung oder eine mehrschichtige Kombination aus diesen Materialien sein.

25

Vorzugsweise beträgt die Dicke der Kunststoffgleitschicht über dem Trägermaterial 20–400 µm.

Das Verfahren zur Herstellung eines Schichtwerkstoffes ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Pulvermischiung aus 60–95 Vol-% PVDF und Rest PTFE oder PTFE und mindestens einer weiteren Komponente mit einer Dichte < 7 g/cm<sup>3</sup> hergestellt wird, daß die Pulvermischung auf das metallische Trägermaterial aufgestreut wird und anschließend bis über den Erweichungspunkt des PVDF-Anteils zur Ausbildung der Kunststoffgleitschicht erwärmt wird und daß danach die Kunststoffgleitschicht glatt gewalzt wird. Vorzugsweise werden bis zu 5 Vol-% der weiteren Komponente(n) zugesetzt.

30

Für eine gute Verarbeitbarkeit beim Homogenisieren und Auftragen der Pulvermischung sollten die Korngrößen beim PVDF zwischen 40 und 180 µm und beim PTFE 20 bis 140 µm betragen. Besonders vorteilhaft sind für PVDF 70 bis 130 µm und für PTFE 60 bis 100 µm. Als PTFE-Variante hat sich Regeneratpulver als besonders vorteilhaft erwiesen. Unter einem Regeneratpulver wird gesintertes, gemahneltes PTFE verstanden.

35

Nachfolgend sind in der Tabelle 1 die sich bei erfundungsgemäßen Materialien auf Stahl ergebenden vorteilhaften Eigenschaftskombinationen anhand von Beispielen verdeutlicht und dem Stand der Technik gegenübergestellt. Die Messungen zur Zugscherfestigkeit wurden an Proben mit quadratischem Klebebereich 25 × 25 mm bei einer Dehnungsrate von 5 mm/min durchgeführt. Die zu verklebenden Metallstreifen waren mit einer Oberflächenrauhigkeit von R<sub>z</sub> = 20 µm versehen. Die tribologischen Untersuchungen wurden an einer Stift/Walze-Apparatur vorgenommen, wobei der Walzendurchmesser 100 mm betrug und runde Proben von 10 mm Durchmesser geprüft wurden. Spezifische Prüflast war 17,5 MPa, die Gleitgeschwindigkeit betrug 0,5 m/s, die Rauigkeit der Walzenoberfläche R<sub>z</sub> = 1 µm.

40

Tabelle 1

Nr.	Zusammensetzung (Vol-%)	Verschleißrate (µm/h)	Zugscher- festigkeit (MPa) (Stahl)
1	100 PVDF	75	16,0
2	80 PVDF / 20 PTFE	7	15,2
3	70 PVDF / 30 PTFE	21	15,1
4	70 PVDF / 15 PTFE / 15 Pb (St. der Technik)	45	15,8
5	79 PVDF / 20 PTFE / 1 Koks	20	15,8
6	70 PVDF / 20 PTFE / 10 Koks	42	12,3
7	55 PVDF / 30 PTFE / 15 Koks	102	7,5
8	65 PVDF / 15 PTFE / 10 Koks / 10 Pb	78	13,6
9	74 PVDF / 18 PTFE / 8 Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	94	13,4
10	72 PVDF / 18 PTFE / 10 C-Fasern	39	15,4
11	74 PVDF / 18 PTFE / 8 PI	16	13,9
12	69 PVDF / 17 PTFE / 14 PI	25	12,6
13	63 PVDF / 16 PTFE / 21 PI	17	9,4
14	62 PVDF / 15 PTFE / 13 PI / 10 Pb	36	13,0

In Tabelle 2 sind einige Ergebnisse, die mit anderen Trägermaterialien erhalten wurden, zusammengefaßt:

Tabelle 2

Nr.	Zusammensetzung (Vol.-%)	Verschleißrate (µm/h)	Zugscher- festigkeit (MPa) (Stahl)
15	100 PVDF	14,8	Al
16	80 PVDF / 20 PTFE	14,7	Al
17	70 PVDF / 15 PTFE / 15 Pb (St. der Technik)	14,4	Al
18	79 PVDF / 20 PTFE / 1 Koks	15,2	CuSn10
19	70 PVDF / 20 PTFE / 10 Koks	13,0	CuSn10
20	65 PVDF / 15 PTFE / 10 Koks / 10 Pb	14,0	CuSn10

20

Die Ergebnisse zeigen, daß die Haftung im untersuchten Zusammensetzungsbereich nur unwesentlich beeinflußt wird und eine Variation des Füllstoffgehalts innerhalb der erfundungsgemäßen Grenzen ebenso wie des Trägermaterials weitgehend ohne Beeinträchtigung der Haftung möglich ist. Mit einem Auftreten von Ablösescheinungen während der Umformprozesse zu den fertigen Gleitelementen ist erst ab Zugscherfestigkeitswerten unter 11,5 MPa zu rechnen.

Reines PVDF zeigt die beste Haftung, jedoch keine befriedigenden Verschleißeigenschaften. Oberhalb von 40% Gesamtfüllstoff ist die Herstellung der beschriebenen Zweischichtmaterialien aufgrund von Schichtablösungen nicht mehr sinnvoll. Es wird auch mit Beispiel 2 deutlich, daß bei optimierter Zusammensetzung durch den völligen Verzicht auf weitere Zusätze gegenüber dem Stand der Technik ein deutlicher Vorteil erzielt werden kann. Beispiel 4 repräsentiert mit einer marktüblichen Werkstoffzusammensetzung den Stand der Technik bei Materialien auf PVDF-Basis.

Ein Vergleich der Beispieldpaare 3 und 4, 6 und 8 sowie 12 und 14 zeigt, daß durch den Bleizusatz zwar jeweils eine Verbesserung der Zugscherfestigkeit zu verzeichnen ist, jedoch in allen Fällen die Verschleißfestigkeit um etwa die Hälfte abnimmt. Der Einsatz von Blei kann also zwar bei abnehmendem PVDF-Anteil eine gewisse Kompensation des Haftungsverlustes bewirken, wirkt sich aber auf die tribologischen Eigenschaften negativ aus. Dieser Sachverhalt ist zur Verdeutlichung in Fig. 1 graphisch dargestellt. Dabei sind der linken Achse die schraffiert dargestellten Verschleißraten und der rechten Achse die weiß dargestellten Zugscherfestigkeiten zugeordnet.

Zusammenfassend wird demnach unabhängig von der Betrachtungsweise insgesamt durch das System PVDF/PTFE eine größere Leistungsfähigkeit als durch das System PTFE/PVDF/Haftverbesserer (z. B. Pb) erzielt. Die erfundungsgemäßen Gleitlagermaterialien lassen sich vorteilhaft ungeschmiert, jedoch auch in Gegenwart von Fetten oder Ölen wie z. B. im Falle von Stoßdämpferstanden-Führungselementen einsetzen.

45

#### Patentansprüche

1. Schichtwerkstoff für Gleitelemente mit einer metallischen Trägerschicht und einer darauf aufgebrachten Kunststoffgleitschicht, die als Matrixwerkstoff PVDF aufweist, in den PTFE als Füllstoff eingelagert ist, dadurch gekennzeichnet,
- 50 daß der PVDF-Anteil 60–95 Vol.-% beträgt, und  
daß der Rest aus PTFE oder PI und mindestens einer weiteren Komponente mit einer Dichte < 7 g/cm<sup>3</sup> besteht.
2. Werkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Anteil der weiteren Komponente(n) maximal 5 Vol.-% beträgt.
- 55 3. Werkstoff nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der PVDF-Anteil 70–88 Vol.-% beträgt.
4. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der PTFE-Anteil 12–30 Vol.-% beträgt.
- 60 5. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei den weiteren Komponenten um voll- oder teilaromatische Polymere wie PI, PM, Polyamide, PPS, PES, PEEK, PSU oder Polyester, Kohlenstoffvarianten wie Graphit, Ruß, C-Fasern oder Koks oder um Verbindungen wie MoS<sub>2</sub>, BN, CaF<sub>2</sub> oder CaCO<sub>3</sub> handelt.
6. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial eine Oberflächenrauhigkeit R<sub>z</sub> von über 10 µm besitzt.
7. Werkstoff nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial eine Oberflächenrauhigkeit R<sub>z</sub> von über 30 µm besitzt.
- 65 8. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das metallische Trägermaterial Stahl, rostfreier Stahl, eine Kupferlegierung, Aluminium oder eine Aluminiumlegierung oder eine mehrschichtige Kombination aus diesen Materialien ist.

9. Werkstoff nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Kunststoffgleitschicht über dem Trägermaterial 20—400 µm beträgt.
10. Verfahren zur Herstellung eines Schichtwerkstoffes, bei dem auf eine metallische Trägerschicht eine Kunststoffgleitschicht aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine Pulvermischung aus 60—95 Vol.-% PVDF und Rest PTFE oder PTFE und mindestens einer weiteren Komponente mit einer Dichte < 5 7 g/cm<sup>3</sup> hergestellt wird, daß die Pulvermischung auf das metallische Trägermaterial aufgestreut und anschließend bis über den Erweichungspunkt des PVDF-Anteils zur Ausbildung der Kunststoffgleitschicht erwärmt wird und daß danach die Kunststoffgleitschicht glattgewalzt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein PVDF-Pulver mit einer Korngröße zwischen 40 und 180 µm und ein PTFE-Pulver mit einer Korngröße zwischen 20 und 140 µm verwendet 10 wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Korngröße des PVDF-Pulvers zwischen 70 und 130 µm und die des PTFE-Pulvers zwischen 60 und 100 µm liegt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß als PTFE-Pulver ein Regeneratpulver verwendet wird. 15
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffgleitschicht direkt auf die metallische Trägerschicht aufgebracht wird.
15. Verwendung des Schichtwerkstoffes nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Herstellung von Gleitelementen für den geschmierten und den ungeschmierten Einsatz. 20

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65

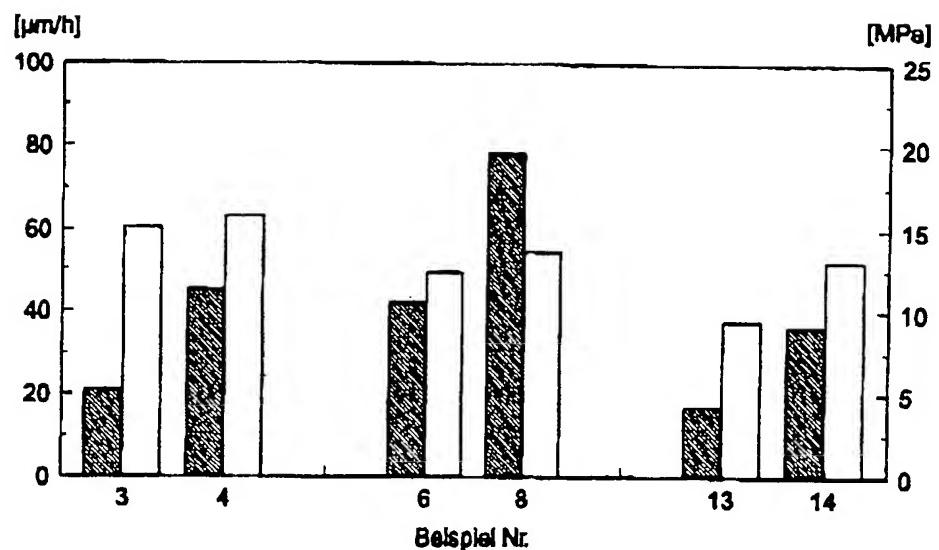


Fig. 1